

# 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会

## 第1回委員会

日時：平成21年9月8日(火) 14:00～16:00

場所：クロス10十日町

### 議事次第

- I 開会
- II 信濃川発電所業務改善推進部長挨拶
- III 設立主旨の確認、規約の説明
- IV 委員紹介
- V 委員長挨拶
- VI 議事
  - 1. 宮中ダム魚道の概要
    - 1.1 宮中ダム魚道の位置
    - 1.2 宮中ダム魚道の改築経緯
    - 1.3 宮中ダム魚道の概要
  - 2. 現在の魚道の問題点
  - 3. 質疑応答
- VII その他
- VIII 閉会

---

#### 資料

- 資料-1 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会設立主旨
- 資料-2 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会規約(案)
- 資料-3 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会委員名簿
- 資料-4 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会第1回委員会座席表
- 資料-5 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会第1回委員会資料

## 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会

### 設立主旨

「信濃川中流域水環境改善検討協議会（以下、「協議会」という）」は、信濃川中流域における水環境及び水利用の現状をより正確に把握するとともに、水環境と水利用の調和のための方策を検討してきたが、平成21年3月に提言をとりまとめ、その中で、「サケなどの魚類の遡上降下が円滑に行われるために、（中略）施設管理者により（中略）魚道等の構造改善が行われるべきである」としている。

本委員会は、協議会における検討ならびに提言を踏まえ、信濃川発電所宮中取水ダムの右岸既設魚道について、魚道及びダム下流部の流況の問題点を整理し、その改善方策を検討することを目的とする。

## 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会 規約(案)

### (名称)

第1条 本会は「信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会」(以下「委員会」という。)と称する。

### (目的)

第2条 委員会は、国土交通省信濃川河川事務所が設置している信濃川中流域水環境改善検討協議会における検討ならびに提言を踏まえ、信濃川発電所宮中取水ダムの右岸既設魚道について、魚道及びダム下流部の流況の問題点を整理し、その改善方策を検討することを目的とする。

### (委員会)

第3条 委員会には委員長を置き、委員会の構成は別紙のとおりとする。

- 2 委員長は会務を総括する。
- 3 委員長は委員会の目的を遂行するために必要と認めた場合には、委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

### (事務局)

第4条 委員会の事務局は、東日本旅客鉄道株式会社信濃川発電所業務改善事務所に置く。

- 2 事務局は委員会の運営に関して必要な事務を処理する。

### (雑則)

第5条 この規約に定めるもののほか、委員会の運営に必要な事項は、委員長が委員会に諮って定める。

### (附則)

この規約は、平成21年9月8日から施行する。

信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会 委員名簿

(○：委員長)

浅枝 隆	埼玉大学 教授
井口 忠男	魚沼漁業協同組合 参事
澤野 久弥	国土交通省 信濃川河川事務所長
長谷川 克一	中魚沼漁業協同組合 代表理事組合長
本間 義治	新潟大学 名誉教授
村山 潤	十日町市 副市長
山田 和雄	新潟県内水面水産試験場 場長
陸 旻皎	長岡技術科学大学 教授

(五十音順)

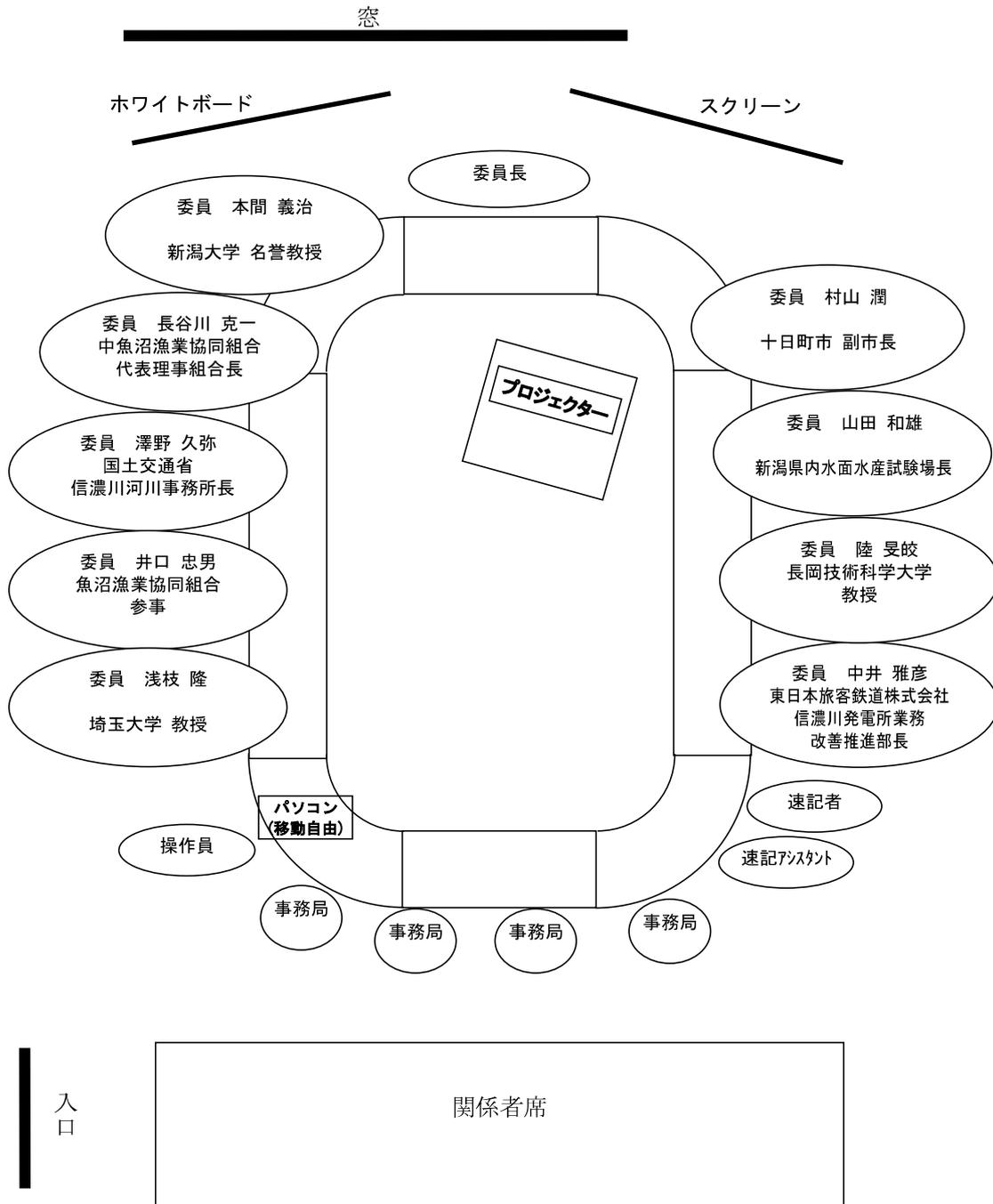
中井 雅彦	東日本旅客鉄道株式会社 信濃川発電所業務改善推進部長
-------	----------------------------

# 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会 第1回委員会

日時：平成21年9月8日(火) 14:00～16:00

場所：クロス10十日町

## 座席表 (五十音順)



# 信濃川発電所宮中取水ダム魚道構造改善検討委員会

## 第1回 委員会資料

### 目次

1. 本委員会の目的.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 第1回委員会の目標.....	1
1.3 委員構成.....	1
2. 宮中ダム魚道の概要（現地調査結果、既存資料の整理）.....	2
2.1 基本情報の整理.....	2
2.2 宮中ダム魚道の改築経緯.....	5
3. 現在の魚道の問題点.....	6
4. スケジュール.....	10

平成21年9月8日

東日本旅客鉄道(株) 信濃川発電所業務改善事務所

## 1. 本委員会の目的

### 1.1 目的

「信濃川中流域水環境改善検討協議会（以下、「協議会」という）」は、信濃川中流域における水環境及び水利用の現状をより正確に把握するとともに、水環境と水利用の調和のための方策を検討してきたが、平成21年3月に提言をとりまとめ、その中で、「サケなどの魚類の遡上降下が円滑に行われるために、（中略）施設管理者により（中略）魚道等の構造改善が行われるべきである」としている。

本委員会は、協議会における検討ならびに提言を踏まえ、**信濃川発電所宮中取水ダム（以下、「宮中ダム」という）の右岸既設魚道について、魚道内及びダム下流部の流況の問題点を整理し、その改善方策を検討することを目的とする。**

### 1.2 第1回委員会の目標

本委員会での検討内容は魚道改善であるが、維持流量については本委員会における検討と並行して別途検討することとし、整合をはかることとする。

第1回委員会の目標は、以下である。

#### ①現魚道に関する問題点の認識共有（解決すべき問題点の確定）

★現魚道の問題点は協議会で整理されている以下の3点である。

- ・ダム下流部と魚道の流れの連続性
- ・魚道本体（大型魚道）内の流況
- ・魚道出口ゲート

#### ②改善方策の基本方針

★効果的かつ経済性を考慮した合理的な改築・改善で上記3点の課題解決を行う。

#### ③改善方策の検討方針

★検討手法としては流況解析等の机上検討、現地放流実験、現地魚道実験、模型放流実験、模型魚道実験があげられる。

★現地放流実験、現地魚道実験の実施が困難である現状を踏まえ、検討手法は流況解析等の机上検討を基本とする。

なお、現地実験が実施可能となり次第、別途トレースを行うこととする。

### 1.3 委員構成

委員構成は、次表のとおりとする。

区分	氏名	所属・役職
委員長	本間 義治	新潟大学 名誉教授
委員	浅枝 隆	埼玉大学 教授
委員	陸 旻皎	長岡技術科学大学 教授
委員	山田 和雄	新潟県内水面水産試験場 場長
委員	澤野 久弥	国土交通省 信濃川河川事務所長
委員	村山 潤	十日町市 副市長
委員	井口 忠男	魚沼漁業協同組合 参事
委員	長谷川 克一	中魚沼漁業協同組合 代表理事組合長
委員	中井 雅彦	信濃川業務改善推進部長
事務局	佐坂 秀俊	信濃川発電所業務改善事務所 所長
事務局	笠井 高志	信濃川発電所業務改善事務所 次長
事務局	島兎 伸次	信濃川発電所業務改善事務所 課長
事務局	福田 雅晴	㈱建設技術研究所 東京本社 水工部長

## 2. 宮中ダム魚道の概要（現地調査結果、既存資料の整理）

### 2.1 基本情報の整理

#### 2.1.1 宮中ダム魚道の位置

- ・宮中ダムは、新潟県と長野県の県境近くの十日町（信濃川 75km 付近）に位置し、魚道はダムの右岸側に設置されている。

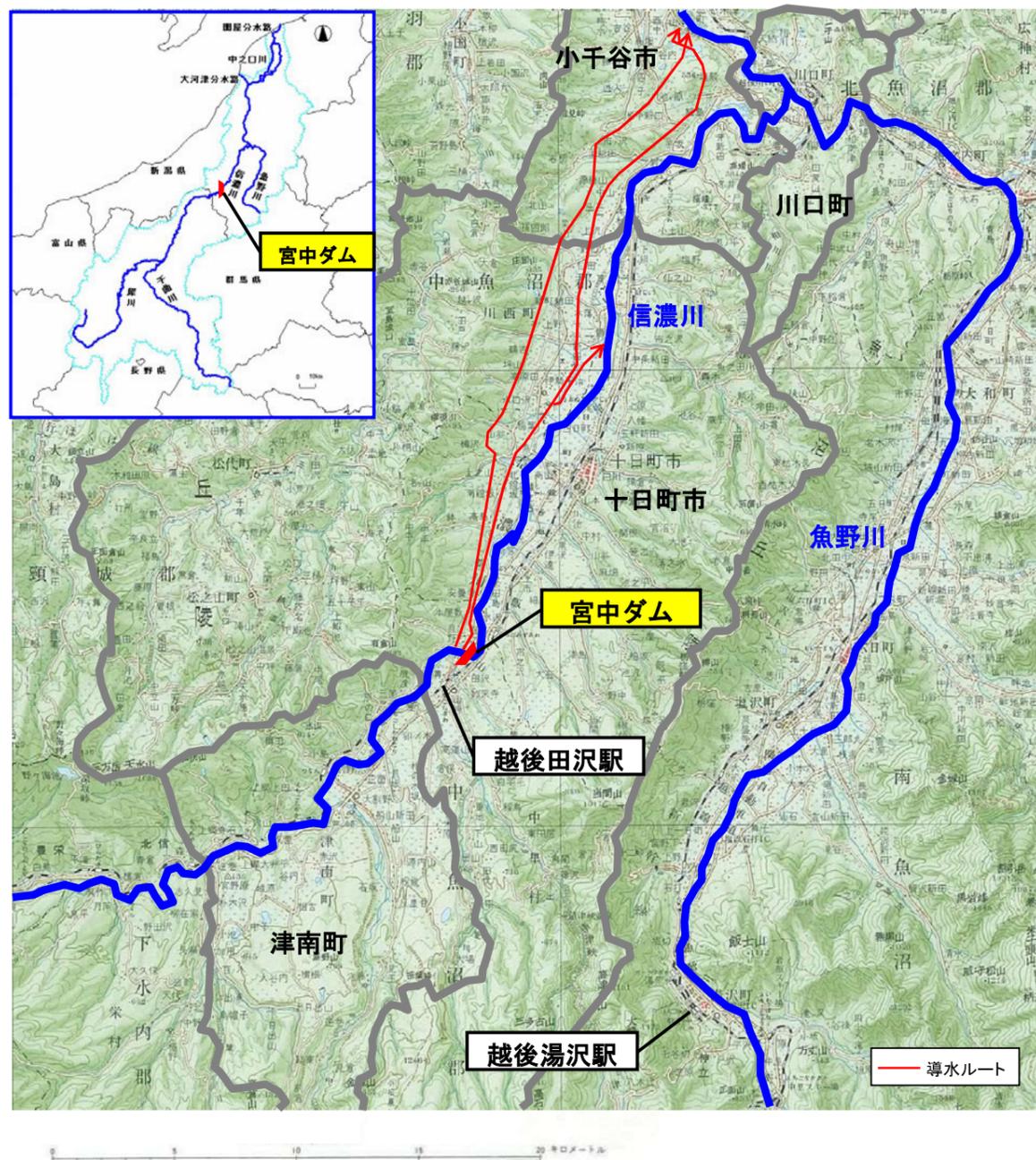


図 2-1 宮中ダム位置



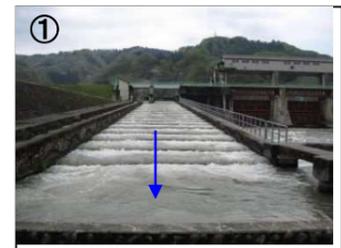
図 2-2 宮中ダム魚道の位置



図 2-3 宮中ダム魚道の位置（2003.9 撮影）

写真出典：第 11 回流域協議会資料

2.1.2 現地状況



① 魚道折り返し上流部を望む  
横波（セイシュ）の発生は確認できない。



② 魚道折り返し下流部を望む  
横波（セイシュ）の発生は確認できない。



③ 右岸流入河川を望む



④ 右岸より取水堰を望む  
勢いよく水が放流され、水が水際に打ち寄せている。



⑤ 魚道折り返し部を望む  
大型魚道の水面が変動しているのが目視で確認できた。



⑥ 管理橋より魚道吐口を望む  
ゲートは水没しているため、確認できない。



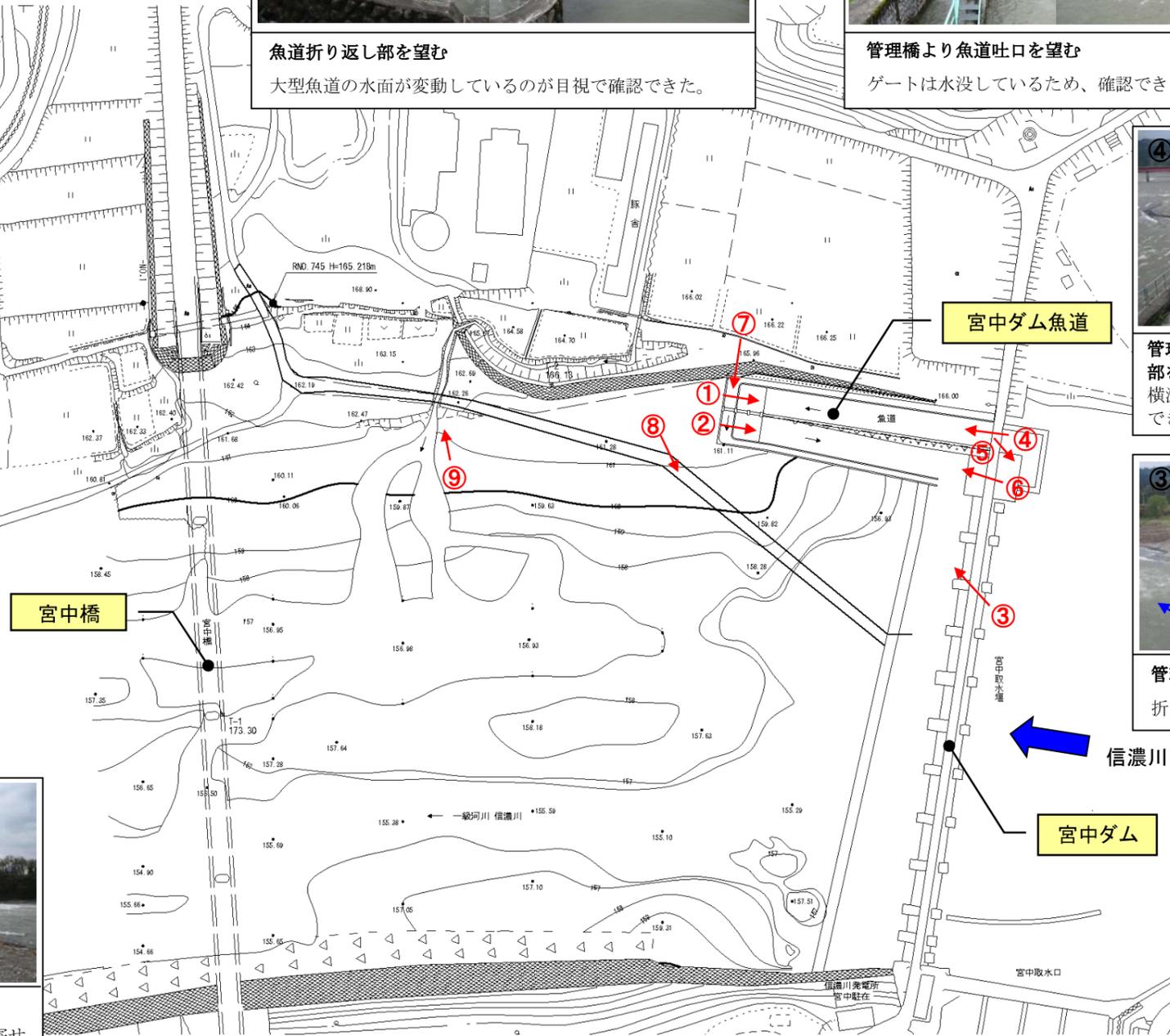
⑦ 管理橋より魚道折り返し上流部を望む  
横波（セイシュ）の発生は確認できない。



⑧ 管理橋より呼び水路吐口を望む  
呼び水路吐口は水面下にある



⑨ 管理橋より魚道を望む  
折り返し部付近に多くの土砂が堆積している。



※ 撮影日：平成 21 年 4 月 22 日  
 撮影者：建設技術研究所  
 魚道流量 8.7m<sup>3</sup>/s  
 河川流量 約 570 m<sup>3</sup>/s

### 2.1.3 宮中ダム魚道の構造と諸元

#### (1) 宮中ダム魚道の構造

②：魚道ゲート



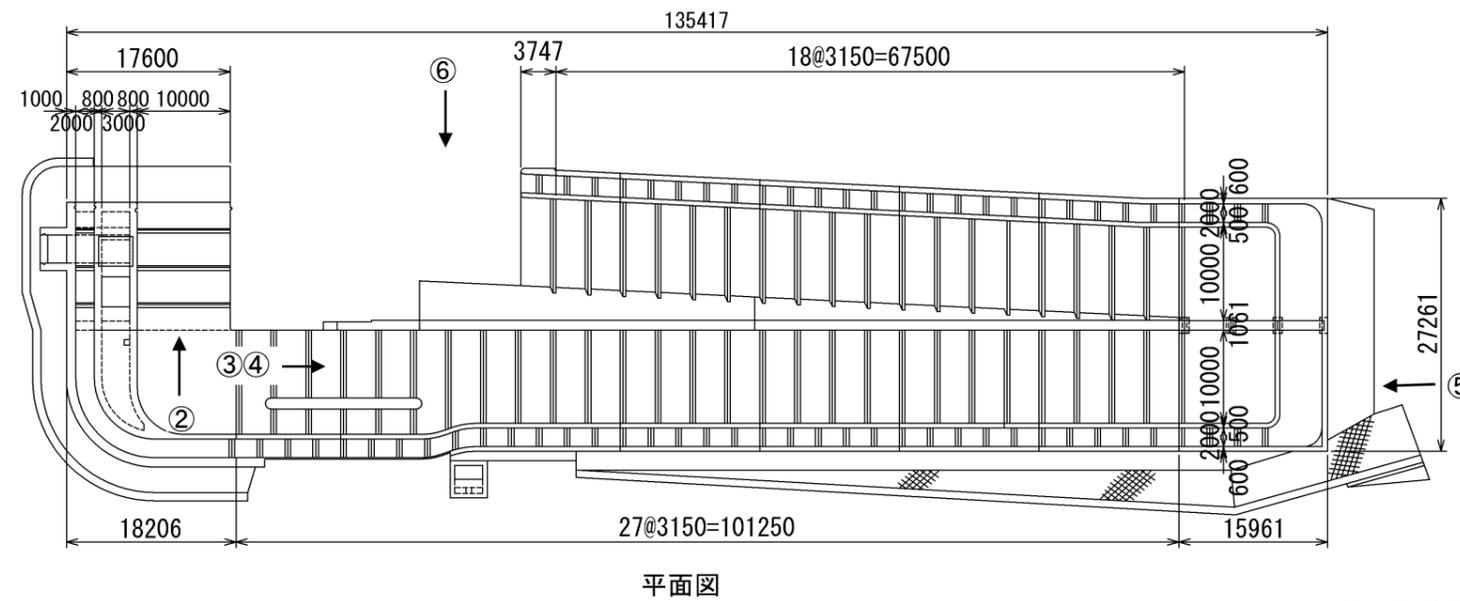
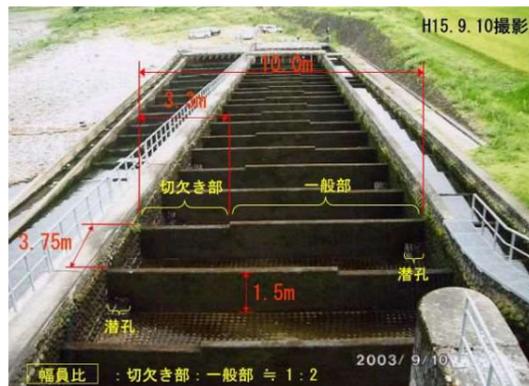
①：上空から撮影



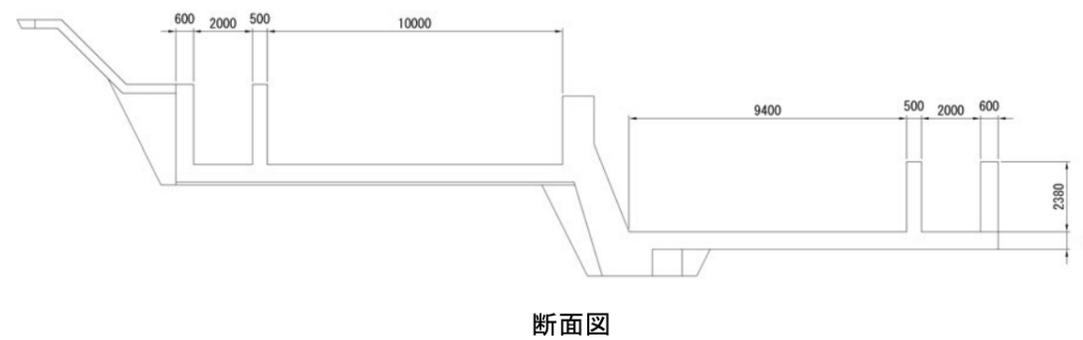
⑥：魚道入口付近



③：魚道本体



④：魚道本体(通水)



⑤：魚道本体(上流を望む)



## 2.2 宮中ダム魚道の改築経緯

現在の宮中ダム魚道は、昭和 42 年に建設され、昭和 60、61 年度「信濃川水力発電再開発に伴う漁業影響調査委員会」における魚道改善計画（案）に基づいて改善改築され、現在に至っている。

表 2-1 宮中ダム魚道の改築経緯

	S 4 2 年建設	S 6 3 年改築																												
概要図		<p>平面図及び断面図</p> <p>※ 小型魚道は、改築直後にセイシュが発生したため、その対策として捨石により潜孔が詰められた。</p>																												
諸元	<table border="1"> <tr><td>流量</td><td>2.18m<sup>3</sup>/s</td></tr> <tr><td>勾配</td><td>1/15</td></tr> <tr><td>魚道幅員</td><td>7.27~10.91m</td></tr> <tr><td>隔壁間落差</td><td>30.3cm</td></tr> <tr><td>潜孔</td><td>60.6cm角</td></tr> </table>	流量	2.18m <sup>3</sup> /s	勾配	1/15	魚道幅員	7.27~10.91m	隔壁間落差	30.3cm	潜孔	60.6cm角	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>大型魚道</th> <th>小型魚道</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>流量</td><td>3.661m<sup>3</sup>/s</td><td>0.326m<sup>3</sup>/s</td></tr> <tr><td>勾配</td><td>25cm</td><td>18cm</td></tr> <tr><td>魚道幅員</td><td>10m</td><td>2m</td></tr> <tr><td>隔壁間落差</td><td>25cm</td><td>18cm</td></tr> <tr><td>潜孔</td><td>60cm角</td><td>φ20cm</td></tr> </tbody> </table>		大型魚道	小型魚道	流量	3.661m <sup>3</sup> /s	0.326m <sup>3</sup> /s	勾配	25cm	18cm	魚道幅員	10m	2m	隔壁間落差	25cm	18cm	潜孔	60cm角	φ20cm
流量	2.18m <sup>3</sup> /s																													
勾配	1/15																													
魚道幅員	7.27~10.91m																													
隔壁間落差	30.3cm																													
潜孔	60.6cm角																													
	大型魚道	小型魚道																												
流量	3.661m <sup>3</sup> /s	0.326m <sup>3</sup> /s																												
勾配	25cm	18cm																												
魚道幅員	10m	2m																												
隔壁間落差	25cm	18cm																												
潜孔	60cm角	φ20cm																												
建設時の改善点	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 魚道幅員を 12m に拡幅し、魚道を大型魚種用 10m と小型魚種用 2m に分割した。</li> <li>(ii) 隔壁の構造は、天端厚を 30cm 未満とし、さらに下流側の天端を切欠いた形状とした。</li> <li>(iii) 集魚効果を高めるため、パイプ構造の呼び水路を設置することとした。</li> <li>(iv) 全体の流量が 7.0m<sup>3</sup>/s という条件のもとで、極力魚道本体の流量を大きくすることに配慮し、その結果、大型魚種用 3.64m<sup>3</sup>/s、小型魚種用 0.29m<sup>3</sup>/s、呼び水流量 3.07m<sup>3</sup>/s とする計画とした</li> </ul>																												
建設後の問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚類が魚道入口を見つけにくい</li> <li>・アユに対して流速が大きい</li> </ul>																													

### 3. 現在の魚道の問題点

協議会における調査から、現魚道の問題点は次の3点である。

#### 【問題1:ダム下流部と流れの連続性の確保】

- ・ 滲筋と魚道が反対側に位置しており、呼び水の効果が弱い
- ・ ゲート放流による循環流が生じる
- ・ ゲート放流量が大きい場合には乱れた強い流れが魚類の遡上経路を阻害している

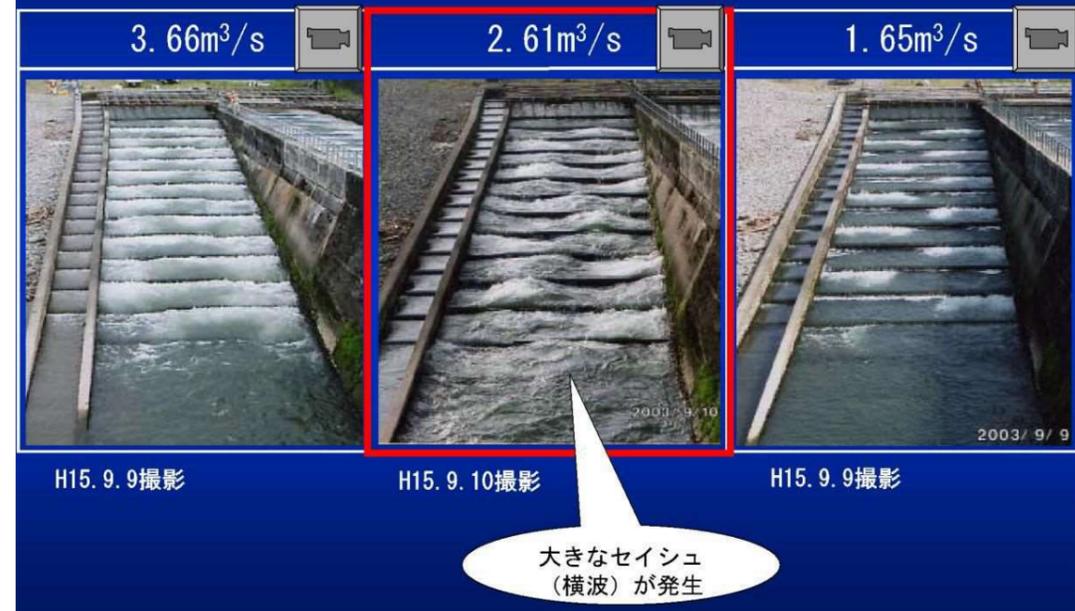
#### 【問題2:魚道本体(大型魚道)】

- ・ プール内の流れが複雑である
- ・ 流量条件によって横波（セイシュ）が発生する

#### 【問題3:魚道出口(大型魚道、小型魚道)】

- ・ 流量条件によって剥離流が生じる
- ・ ゲートが下流側に転倒する構造であるため魚がゲート裏側に回りこみ滞留時間が長くなる

### ■大型魚道における横波の発生状況



### ケース3 放流量=7.00m<sup>3</sup>/s



魚道流量	3.99m <sup>3</sup> /s	2.85m <sup>3</sup> /s	1.85m <sup>3</sup> /s
大型魚道		 はく離流	 はく離流
小型魚道		 はく離流	 はく離流
	H15. 9. 8撮影	H15. 9. 10撮影	H15. 9. 9撮影

表 3-1 【問題 1】ダム下流部と流れの連続性の確保に関する課題と原因

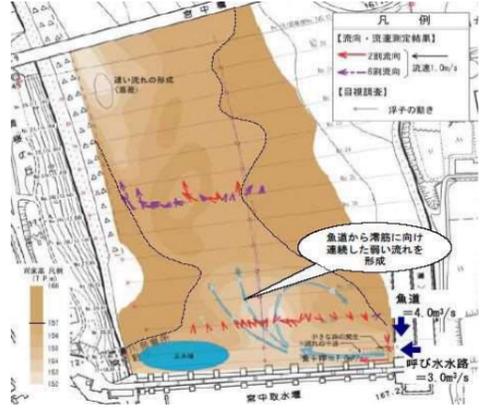
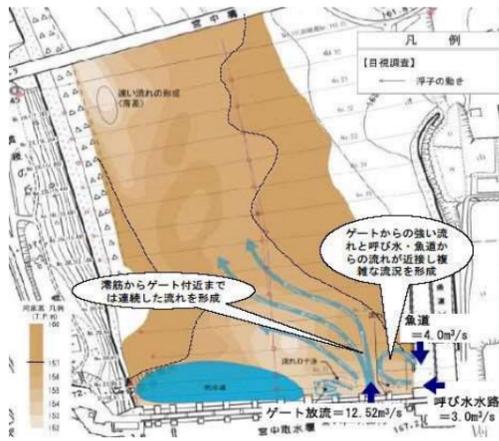
着目箇所	課題	原因
<p>・魚道の位置 ・呼び水水路</p>	<p><b>課題 1-1: 滞筋と魚道が反対側に位置しており、呼び水の効果が弱い</b>                  魚道は右岸側に設置されているが、一方で下流部の滞筋は左岸側に形成されている。そのため、魚類は左岸側から右岸側へ移動して、魚道入口に到達する必要がある。                  また、呼び水は、魚道入口と直角方向に右岸側から放流しているが、効果が弱い。</p>   <p>図 試験増放流時におけるダム下流の流況調査結果 (出典: 第 11 回協議会資料)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・呼び水水路の流量が少ない。</li> <li>・呼び水水路は、鋼管を用いて川底から放水口を上げて放流しているため、流速が抑えられている。</li> <li>・魚道直下（ゲート直下）は深掘れが生じているため、水深が深いことから、流速が小さい。</li> </ul>
<p>ダム下流部</p> <p>ゲート放流</p>	<p><b>課題 1-2: ゲート放流による循環流が生じる</b>  <b>課題 1-3: ゲート放流量が大きい場合には乱れた強い流れが魚類の遡上環境を阻害している</b>                  通常時は、魚道本体（約 4.0m<sup>3</sup>/s）および呼び水水路（約 3.0m<sup>3</sup>/s）より放流しているが、増放流時にゲートからの放流を行うと、高速流のため、循環流が発生し、魚道入口への遡上経路が遮断される。</p>    <p>図 試験増放流時におけるダム下流の流況調査結果(出典: 第 11 回協議会資料)(魚道近傍 10 番ゲートより放流)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲートからの気泡を含んだ強い流れと呼び水・魚道からの流れ</li> </ul>

表 3-2 【問題2】魚道本体（大型魚道）に関する課題と原因

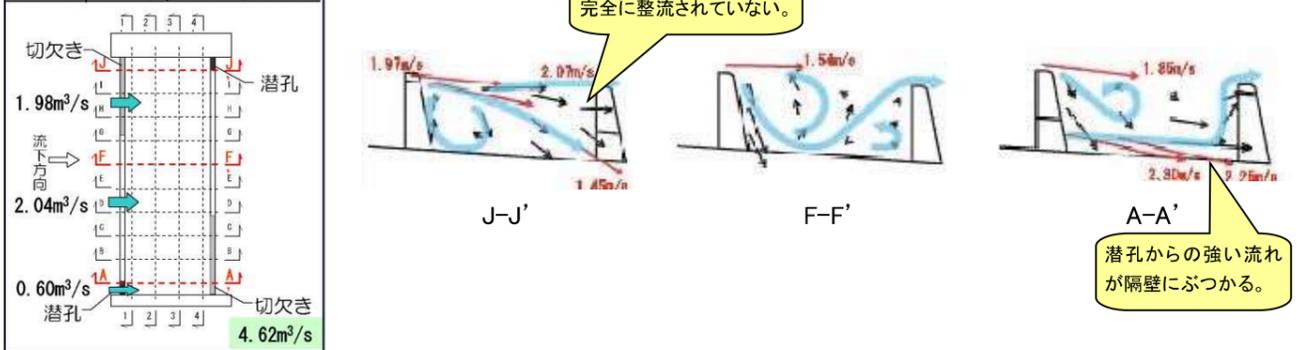
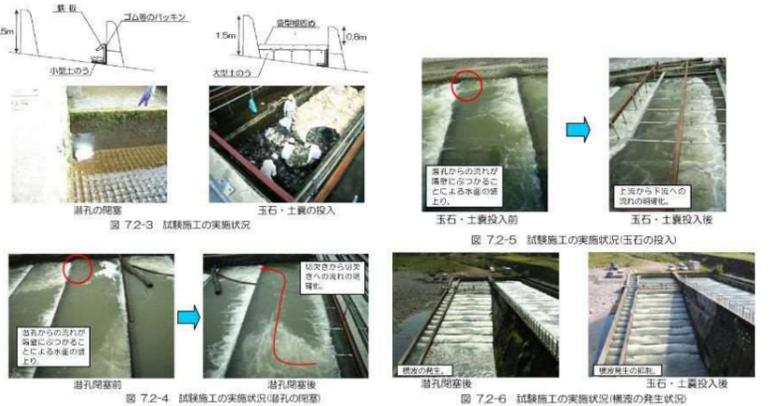
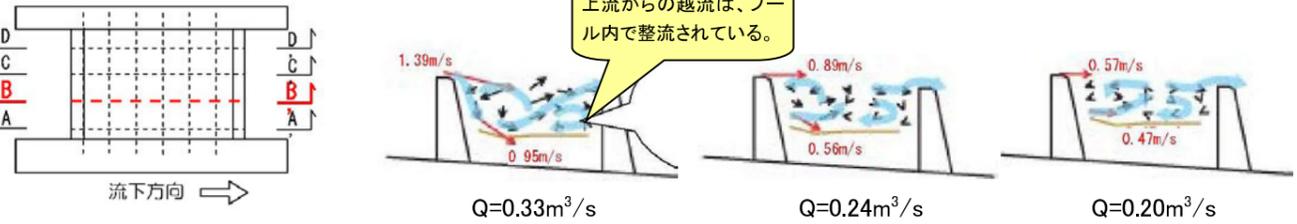
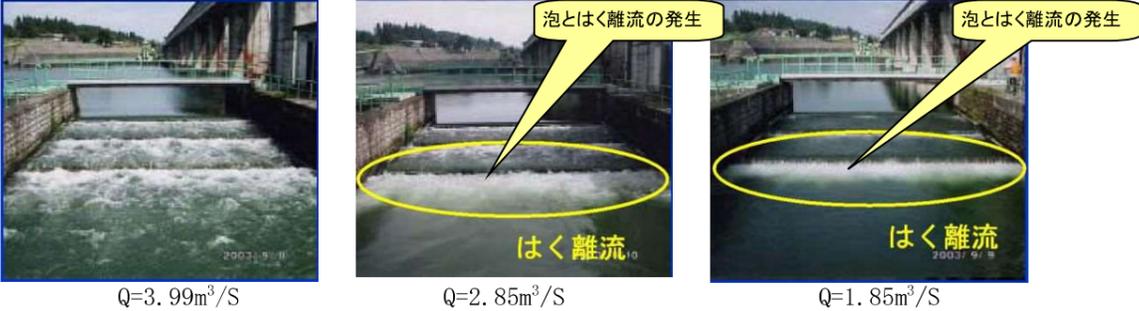
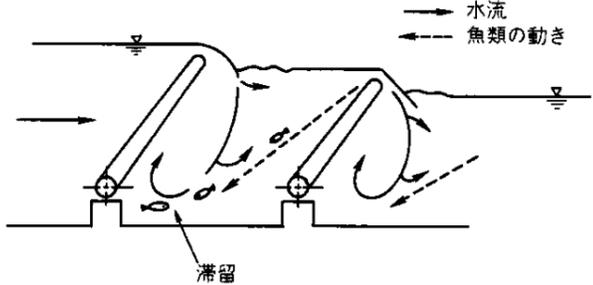
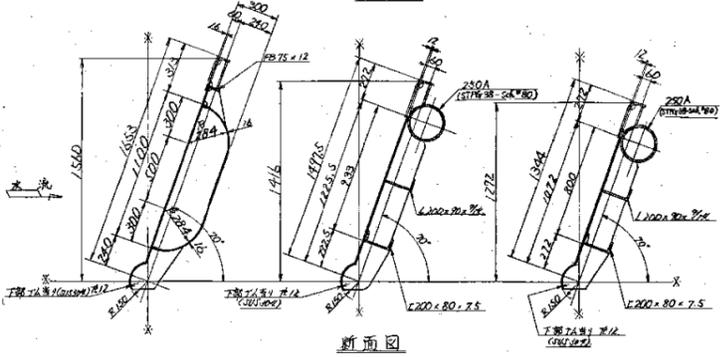
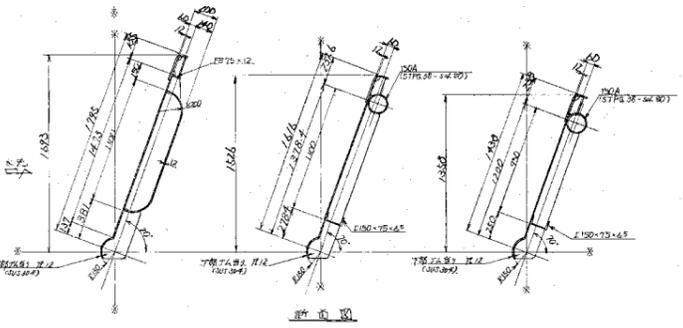
着目箇所	課題	原因と対策												
<p>大型魚道</p> <p>魚道プール</p>	<p><b>課題 2-1: セイシュ(横波)の発生</b>                      流量減少時 (Q=2.61m<sup>3</sup>/s) に大きなセイシュ(横波)が発生する。</p>  <p>Q=3.66m<sup>3</sup>/S      Q=2.61m<sup>3</sup>/S      Q=1.65m<sup>3</sup>/S</p> <p>図 大型魚道折り返し下流部の流量別流況</p> <p><b>課題 2-2: 複雑な流れの発生</b>                      切り欠き部からプールに越流した流れがプール内で完全に減勢されずに下流側に越流したり、潜孔からの強い流れが下流側の隔壁にぶつかるなど、複雑な流れが生じている。流量の減少に伴い、魚道内流況が安定する傾向にある。</p> <table border="1" data-bbox="626 919 952 1010"> <tr> <td></td> <td>越流水深</td> <td>限界水深</td> <td>限界流速</td> </tr> <tr> <td>切り欠き部</td> <td>0.47m</td> <td>0.31m</td> <td>1.94m/s</td> </tr> <tr> <td>一般部</td> <td>0.29m</td> <td>0.19m</td> <td>1.60m/s</td> </tr> </table>  <p>図 大型魚道の流向・流速測定結果(Q=3.66m<sup>3</sup>/s)</p>		越流水深	限界水深	限界流速	切り欠き部	0.47m	0.31m	1.94m/s	一般部	0.29m	0.19m	1.60m/s	<p>・原因</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①横長の形状である</li> <li>②潜孔と切り欠きが交互に設置されている</li> <li>③切り欠きの比率が1:2である</li> <li>④水深が大きい</li> </ol> <p>・対策</p> <p>宮中ダム魚道において、平成16年度に改善対策の試験施工として潜孔の閉塞及び玉石・土嚢の投入を行い、その効果の確認を行った。その結果、潜孔を閉塞し、プール水深を浅くすることで現状プールに比べて下流への流れの連続性が確保されることが確認された。</p> 
	越流水深	限界水深	限界流速											
切り欠き部	0.47m	0.31m	1.94m/s											
一般部	0.29m	0.19m	1.60m/s											
<p>小型魚道</p>	<p>越流部の流速が1m/sを超えており、泡の発生も見られるが、流れの乱れは小さく、概ね良好な流況と考えられる。</p>  <p>図 小型魚道の流向・流速測定結果</p>	<p>—</p>												
<p>折り返しプール</p>	<p><b>課題 2-3: 水面が変動し、整流が行われていない</b></p> <p>大型魚道</p> <p>小型魚道</p> <p>整流がなされており、特に問題点は見られない</p>	<p>①上流側と下流側の潜孔が近接して設置されている。</p> <p>②プールのコーナー部が直角になっている。</p> <p>—</p>												

表 3-3 【問題3】魚道出口（大型魚道、小型魚道）に関する課題と原因

着目箇所	課題	原因
魚道ゲート	<p><b>課題 3-1: 泡の発生</b> 流量減少時 (Q=2.85m<sup>3</sup>/s) 以下の場合に泡の発生が多い。</p> <p><b>課題 3-2: はく離流の発生</b> 流量減少時 (Q=2.85m<sup>3</sup>/s) 以下の場合にはく離流が生じる。</p>  <p>図 3-2-1 大型魚道ゲート部の流量別流況</p> <p><b>課題 3-3: 魚がゲート背面に滞留する</b></p>  <p>図 3-2-2 大型魚道ゲート部の流量別流況</p>	<p>①ゲート越流部の天端幅が狭い。 ②天端と上部主桁に段差がある。 ③下流側に転倒するゲート形式である。</p>  <p>図 3-2-3 大型魚道ゲート部の下流面視</p>  <p>図 3-2-4 大型魚道ゲートの断面図</p>
	<p><b>課題 3-2: はく離流の発生</b> 流量減少時 (Q=2.85m<sup>3</sup>/s) 以下の場合にはく離流が生じる。</p>  <p>図 3-2-5 小型魚道ゲート部の流量別流況</p>	<p>大型魚道ゲートに同じ。</p>  <p>図 3-2-4 小型魚道ゲートの断面図</p>

## 4. スケジュール

本委員会のスケジュールを下記に示す。

### ●第1回委員会

目的) 現在の魚道の問題点の認識共有

魚道改善の基本方針

魚道改善の検討方針

時期) 平成21年7月下旬

場所) 宮中ダム周辺(十日町市内または越後湯沢市内)

議題) ・委員会運営計画

・現在の魚道の問題点(協議会での検討調査等の経緯)

・現地視察

・魚道改善の基本方針

・魚道改善の検討方針(事務局案の提示)

### ●第2回委員会

目的) 検討結果中間報告とそれに対する評価、意見

時期)

場所) 長岡市内

議題) ・魚道本体改善案の比較検討結果

・流況解析結果中間報告

・評価、意見

### ●第3回委員会

目的) 検討結果報告とそれに対する評価、意見

時期)

場所) 長岡市内

議題) ・流況解析結果

・魚道本体改善概略設計結果

・評価、意見

### ●第4回委員会

目的) 魚道改善対策の決定

時期)

場所) 長岡市内

議題) ・委員会意見を反映させた最終案の提示

・総合評価

・最終案の承認

(参考資料)

「信濃川水力発電再開に伴う漁業影響調査報告書 昭和 62 年 2 月 (財)日本水産資源保護協会」抜粋

(1) 改良前魚道 (昭和 42 年建設) の問題点

既設の魚道は、非常によく考えられた魚道であり、維持管理もよく行われているものの、以下に示す問題点が見うけられる。

(i) 魚道出口部から流下した流れは堰堤に沿って左岸方面へ流れ、堰堤の水叩き部で一度澁み、下流方向へ流下する。従って、遡上魚は堰堤直下の澁みまでは遡上してくるものの、魚道からの流量が少ないため、魚道出口部を見つけにくいと考えられる。

降下魚に対しても、

ア.魚道呑口部が取水口の反対側の下流端に位置していること

イ.取水量に対して魚道の流置が小さいこと

等により、魚道呑口部を見つけにくいと考えられる。

(ii) アユの持続遊泳のためには流速が若干速すぎるようであるが、それ以外のサケ、サクラマス等に対しては適正な流速であると考えられる。

(iii) 土砂が堆積しやすいので、入念な維持管理が必要である。

表-7.1.1 既設魚道の諸元

流量	Q = 2.18 m <sup>3</sup> /s
勾配	I = 1/15
幅員	B = 7.272 ~ 10.909m
隔壁部	隔壁間高差 H = 0.303m 切欠部 H = 0.152m 幅 B = 2.424m 潜穴部 606 × 606mm

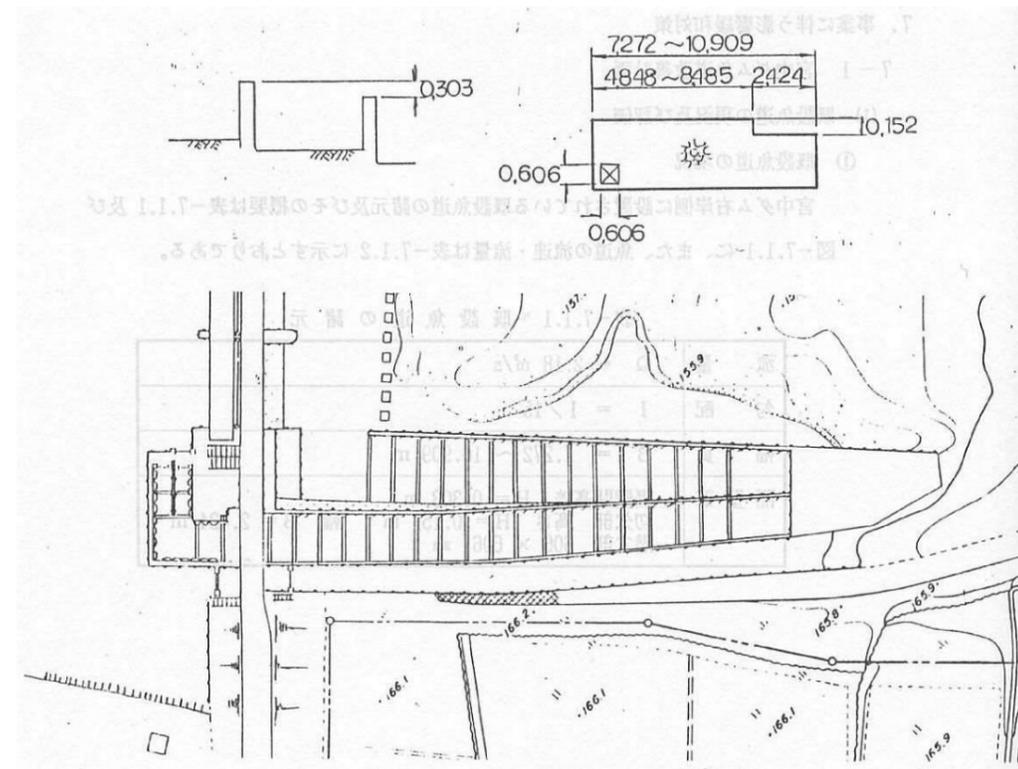


図-7.1.1 既設魚道概要図

表-7.1.2 既設魚道の流速・流量(昭和61年3月29日の実測値)

	一般部 B = 4.848m	切欠部 B = 2.424m
限界水深(m)	0.18	0.29
流量(m <sup>3</sup> /s)	1.11	1.15
流速(m/s)	0.94 (1.27)	1.20 (1.62)

(注) ( ) 内は限界水深のときの流速 (計算値)

総流量 Q = 1.15 + 1.11 = 2.26m<sup>3</sup>/s

なお、潜穴部については計測が困難なため、上記流量は計上していない。

(2) 魚道改善計画

1) 魚道改善計画案の概要

既設魚道に関する評価を踏まえ、その機能を改善する事を目的として、地形、河川管理、構造・施工性、漁協関係者の意向等を考慮しながら慎重に検討を行った。

検討の結果、採用することとした魚道の構造図は図-7.1.4 に示すとおりであるが、その特徴をまとめると以下のとおりである。

- (i) 既設の舟筏路を魚道に取り込むことによって魚道幅員を 12m に拡幅し、魚道を大型魚種(サケ・マス等)及び小型魚種(アユ等)のいずれにも対応可能となるように大型魚種用 10m と小型魚種用 2m に分割した。
- (ii) 隔壁の構造は、現況より魚類の遡上を容易にするために、天端厚を 30cm 未満とし、さらに下流側の天端を切欠いた形状として、越流水脈が滑らかになるように計画した(図-7.1.3 参照)。

(注) 隔壁からの落下水流は、図-7.1.2 のように縮流が生じたり、図-7.1.3(a)のように滝落ちの状況になるのは好ましくないとされている。

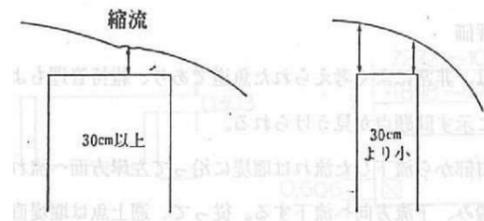


図-7.1.2 隔壁天端厚と縮流

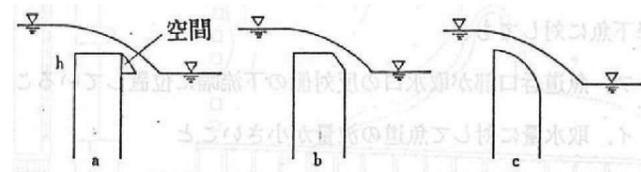


図-7.1.3 隔壁天端の形状と越流水脈

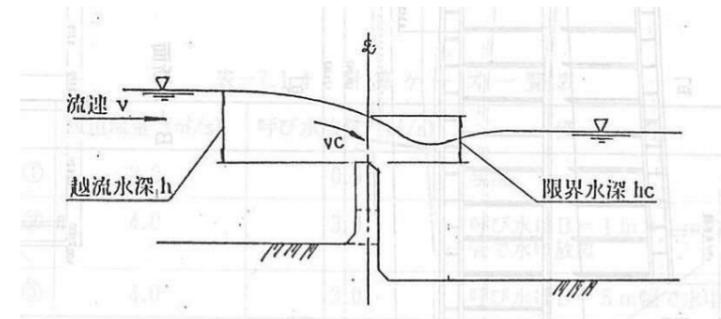
(iii) 集魚効果を高めるため、呼び水水路を設置することとした。呼び水水路は、ダム上流側よりパイプで取水し、魚道拡幅部に中間立坑を設け、魚道最下部へ放水することとした。

(iv) 全体の流量が 7.0m<sup>3</sup>/s という条件のもとで、極力魚道本体の流量を大きくすることに配慮しながら、大型魚種、小型魚種いずれにも適した水理特性が確保されることを前提に検討した。その結果、流量は、大型魚種用 3.64m<sup>3</sup>/s、小型魚種用 0.29m<sup>3</sup>/s、呼び水流量 3.07m<sup>3</sup>/s とする計画とした(水理検討結果は表-7.1.3 に示すとおりである)。

表-7.1.3 水理検討結果一覧表

		大型魚種用	小型魚種用	
魚道幅員(m)		10.0	2.0	
一般部	水深(m)	0.25 (0.19)	0.18 (0.14)	
	流量(m <sup>3</sup> /s)	1.67	0.29	
	流速(m/s)	0.95 (1.31)	0.81 (1.12)	
切欠部	水深(m)	0.40 (0.31)	—	
	流量(m <sup>3</sup> /s)	1.45	—	
	流速(m/s)	1.20 (1.66)	—	
潜穴部流量(m <sup>3</sup> /s)		0.52	—	魚道流量合計
流量計(m <sup>3</sup> /s)		3.64	0.29	3.93

(注) ( )内は限界水深とその時の流速(Vc)である



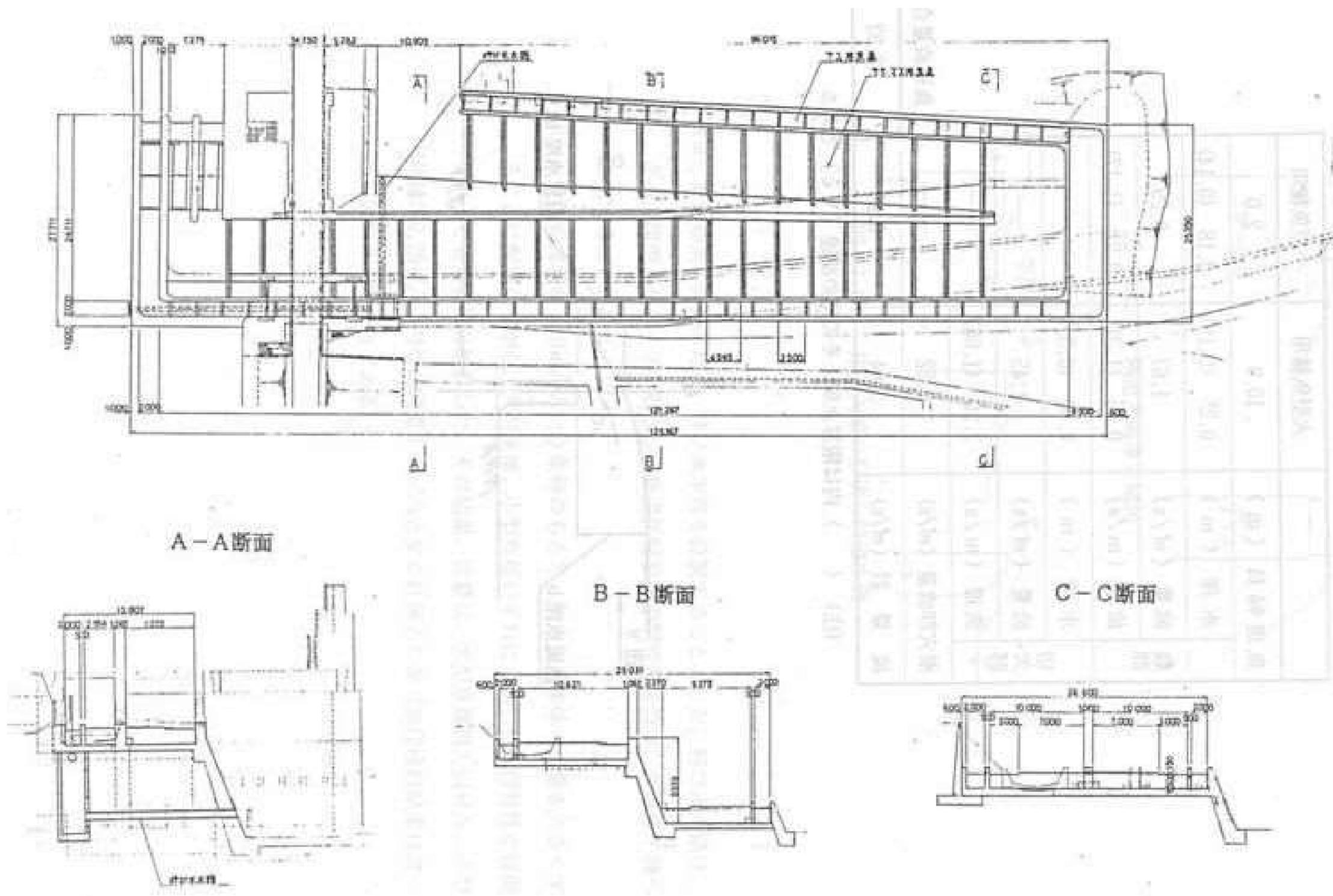


图-7.1.4 鱼道改善計画案構造图 (现鱼道)

2) 魚道出口部の流況と呼び水水路流れの検討

すでに述べたように、既設の魚道では、魚道出口部から流下した流れは堰堤に沿って左岸側に流れ、堰堤の水叩き部で一度滞り、下流方向へ流下する。従って、遡上魚は堰堤直下の滞りまでは遡上してくるものの、魚道からの流量が少ないため、魚道出口部を見つけにくい状況にあると考えられる。

今回の魚道改善計画では既設の魚道を全幅 12m に拡幅するとともに、全体の流最も現況の 2.18m<sup>3</sup>/s から 7.00m<sup>3</sup>/s に増やすこととしており、そのうち 3.07m<sup>3</sup>/s を呼び水として放流することとしている。従って、呼び水が効果的に機能を発揮すれば、現況の問題点はかなり改善されることが期待される。

以上のような点をふまえ、ここでは Navier-Stokes 式を用い有限要素法によって流れの状況を検討する。

(a) 計算ケース

計算ケースは現況 1 ケースと改善計画案のうち呼び本の放流の仕方を変えた 2 ケース、合計 3 ケースとした。

表-7.1.4 計算ケース一覧表

	流量(m <sup>3</sup> /s)	呼び水流量(m <sup>3</sup> /s)	備考
①	2.2	0.0	現況
②	4.0	3.0	呼び水はB=1m×1mの放流管で水中放流
③	4.0	3.0	呼び水はB=5m幅で水中放流

(b) 計算結果

計算結果は、図-7.1.5～図-7.1.7 に示すとおりであり、また各計算ケースの主要地点における流速及び出口部から堰堤の水叩き部の流況の特徴は、表-7.1.5 に示すとおりである。

(c) 評価

計算結果によれば、呼び水を小さな放水口から早い流速で放流するよりは、放水口を広げて放流する方がより効果的であると判断される。したがって、今後はこれを基本として、施工面の問題等を含めてさらに検討することが望ましい。

表-7.1.5 計算結果の比較

ケース	主要地点の流速 (m <sup>3</sup> /s)				流況
	魚道出口部	呼び水水路	曲がり部最大	下流端	
1	0.23	—	0.55	0.18 ~0.30	魚道から流出した水は、ほぼ直角に右側に曲がり、堰堤に沿って流れる。流れはほぼ一様であるが、堰堤直下流部でやや早い。
2	0.42	3.75	1.18	0.18 ~0.30	呼び水を早い流速で流入させることによって魚道から出た水が引っ張られ、魚道出口部で大きな渦を起こす。
3	0.42	0.75	1.43	0.31 ~1.05	呼び水及び魚道からの水は、合流してほぼ一様流になり、堰堤に沿って流れる。

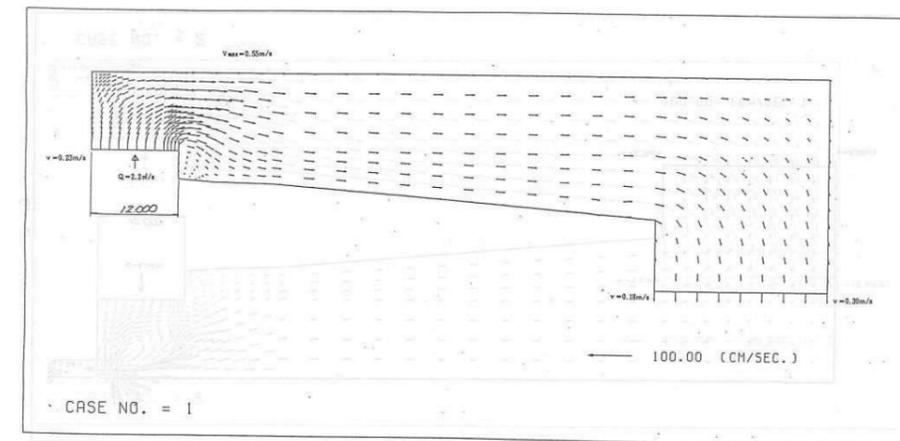


図-7.1.5 流向・流速ベクトル図  
(計算ケース1、魚道流量Q=2.2 m<sup>3</sup>/s (現況))

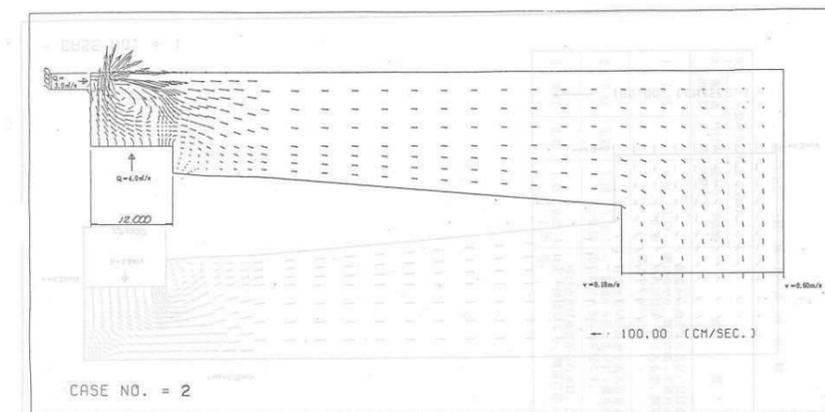


図-7.1.6 流向・流速ベクトル図  
(計算ケース2、魚道流量Q=4.0 m<sup>3</sup>/s、呼び水流量Q=3.0 m<sup>3</sup>/s (1m×1mの放流管で水中放流))

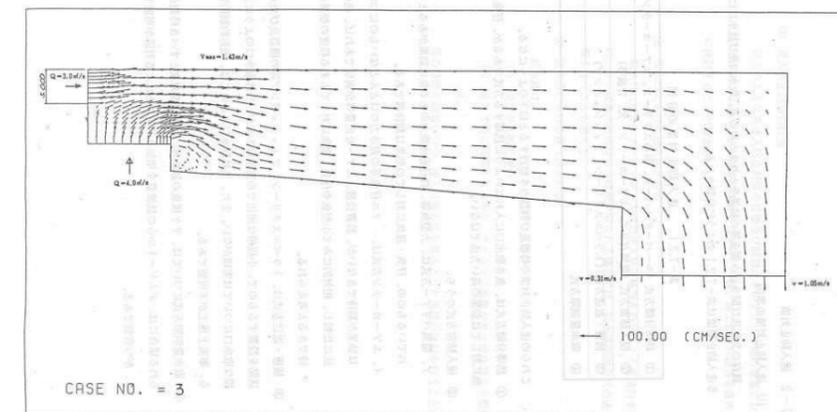


図-7.1.7 流向・流速ベクトル図  
(計算ケース3、魚道流量 Q=4.0 m<sup>3</sup>/s、呼び水流量 Q=3.0 m<sup>3</sup>/s (B=5m 幅で水中放流))